

淀川における位況と冠水域

FLOODED AREA AND FLOW/STAGE REGIME IN FLOOD PLAIN OF THE YODO RIVER

綾 史郎¹・有馬 忠雄²・紀平 肇³・井田 康夫¹

Shirou AYA, Tadao ARIMA, Hajimu KIHARA, Yasuo IDA

¹正会員 工博 大阪工業大学 工学部土木工学科 (〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1)

²非会員 大阪府自然環境保全指導員 (〒573-1182 大阪府枚方市御殿山 14-14)

³非会員 学校法人清風学園 (〒543-0031 大阪市天王寺区石ヶ辻町 12-16)

The change of the river stage makes the area along the river flooded, or, dry. Such area is sometimes called flood plain, which is one of the places where wild-life activities such as the spawning and propagation of fish is held and the highest, but, the high-density land use in the modern age restricts flooded area within the embankment, namely the river-side land. This paper deals with the flow/stage regime of the river in the aspects of the formation of the flooded area and the temporal waters in the river-side land. The characteristic stage and discharge of the 8-day and the 22-day, i.e., the 8th and the 22nd largest values in a year are investigated in view of the relationships with the magnitude of river-land space, formation and distributions of the temporary waters, and distributions of vegetation. The importance of these characteristic stages was verified through the Yodo River case study, and the long-term changes of the characteristic stages at Takahama gauging station and their effects on the environment were also clarified.

Key Words: River eco-system, flow regime, stage regime, fish, propagation, vegetation

1. はじめに

河川とその周辺の環境の特徴として以下のことをあげることが出来る。1) 様々な地形 (粘土、シルト、砂、礫、石等の土の種類、水面からの標高) からなる陸域と様々な流れ (表流水、水深、流速、水面積、水質、地下水) からなる水域およびその境界により多様な景観が構成され、それが空間的に変化する。2) その変化は緩やかであって、流下方向、川幅方向に連続的である。さらに、大きな特徴として、3) これらの景観は様々な時間、空間のスケールを有する流量、水位の変化に伴い、攪乱され、変化、更新される。すなわち、河川とその周辺では雨季、乾季のような周年的変化、再起期間 1 年程度の小出水により、陸域と水域の境界は周年的に変化し、冠水域を構成し、多彩な生物の生存するエコトーンを構成している。また、冠水域は大、中出水などによる侵食、堆積等の河床変動により更新されるとともに、経年的にも変化している。

淡水魚類の生態について見れば、産卵、孵化等の繁殖活動には梅雨期の出水と水位変化が重要^{1), 2)}であり、コイやフナが河川の増水時に側岸付近のヨシ帯等で産卵したり、水田地帯でのギンブナ、タモロコ、ドジョウ、ナマズ等の産卵がよく観察されている^{1), 3)}。また、アユモドキも同様な生活史を持ち、休耕田を利用した産卵床の造成に成功している^{4), 5)}。さらに、イタセンバラの生活史にとって年間の水位変化と一時水域 (タマリ) の形成が極めて重要な要素の一つであることが小川・長田の研究⁶⁾で明らかにされた。イタセンバラは梅雨期から秋期まで一時水域で成長を続け、秋期、一時水域のイシガイやドブガイ等の二枚貝に産卵する。冬期に一時水域が干上がると成魚は死滅するが、卵は貝の中で孵化し、仔魚は貝の鰓の中で越冬する。春に再び水域が形成され、5 月中下旬頃二枚貝から泳出し、一時水域を独占使用して成長する。

一方、植物群落の分布については、河岸・氾濫原などの低湿地では地下水位や土壌がもっとも決定的な要因であると言われている。その他にも土壌の攪乱、冠水頻度等が関係する⁷⁾。河岸では地下水と河川表流水とは連続

しており、地下水位の変動は河川水位に連動していると考えられる。また、土壌の粒径や侵食・堆積攪乱については出水規模等が関係するので、流量や水位の年間の変化を示す流況や位況、年最高流量・水位の生起確率等が極めて重要な指標となるものと思われる。

このような流量／水位変動の河川環境に及ぼす影響の重要性は既に指摘されており^{8)、9)}、筆者らは淀川水系を対象に位況と一時水域の形成について調べた^{10)、11)}。本論文では淀川水系のいくつかの地点を対象に年間の流量、水位の変化と河川内の冠水域と一時水域の拡大、縮小を調べ、淡水魚類の生息環境ならびに植物群落の分布と位況の関係について検討した。また、位況の経年変化を調べることにより、淀川環境の経年変化を明らかにした。

2. 河川の位況と冠水域の広がり

(1) 淀川水系木津川飯岡水位観測所の位況

淀川水系で自然が比較的良好に残されている木津川 16.0km 飯岡水位観測所における 1995 年の位況と横断測量図を示したものが図-1 (a)、(b)である。1995 年の木津川の位況は 2 月、3 月に年の最低水位 TP+19.928m(最小流量 7m³/s)を記録したが、4 月にはやや回復した。5 月から 7 月の間には 600m³/s～1200m³/s の 3 回の大きな出水があり、最高水位は TP+22～23m と平水時に比べて、2～3m 上昇した。8 月以降、台風期の大きな出水はなく、100m³/s 程度の出水が 3 回あり、水位は 20.5m を 3 回越えたが、それ以外は平穏であった。すなわち、1995 年の木津川では主として 5 月～7 月の 3 ヶ月を除いた年間の 4 分の 3 の期間はほぼ同じような状況にあった。また、1 年間のうち、270(=365-95)日は水位差にして最低水位+40cm の間に収まっており、流量差は最低流量+26m³/s の間に収まっていることが分かる。このように、西南日本では概ね 6、7 月の梅雨期と 8 月から 10 月の台風期に雨が多く、河川の水位もこの期間に上昇し、冬期には低下するが、梅雨期、台風期以外は水位、流量の変化は比較的小さい。

表-1 には、1987 年から 1997 年における 11 年間の特性水位の平均値と標準偏差をまとめたが、通常値以外に、最大から 8 番目の水位(8 日水位)、22 番目の水位(22 日水位)を併記した。図-1 (b)には飯岡水位観測所付近の横断図に特性水位のいくつかを記した。1995 年の 16.0km 断面では、左右の両堤防間 370m を満杯の水が流れたのは 2 回あったが、最高水位(TP+23.1m)は計画洪水水位(TP+28.5m 程度、6100m³/s)よりはるかに小さいものであった。一方、最低水位から豊水位までの領域(標高 TP+19.928m～TP+20.328m)では、川幅は 150m 程度と変化は少なく、水域を 3 つの領域に分離する二つの砂州と両側岸にわずかな冠水領域が存在する。22 日水位(TP+20.868m)まではこの二つの砂州が水面下に没するだ

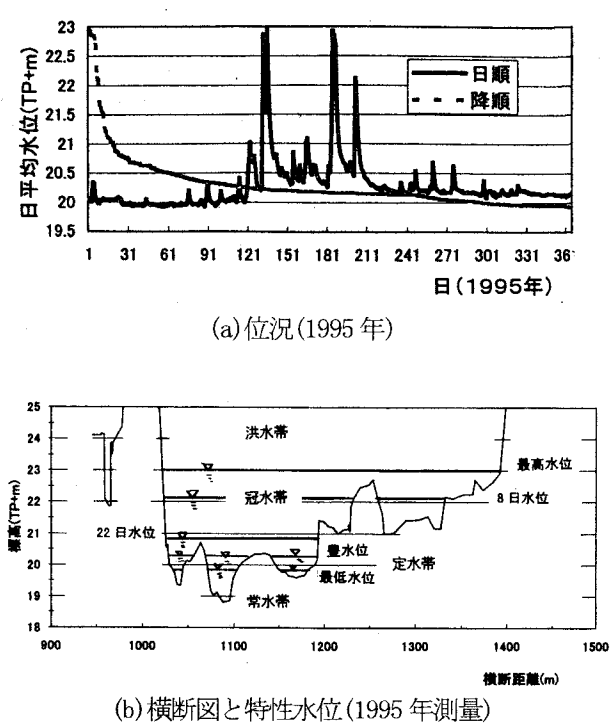


図-1 飯岡水位観測所(淀川水系木津川)の位況と横断図。

表-1 飯岡水位観測所における平均位況。

特性水位	平均水位 (TP+m)	標準偏差
年最高水位	22.870	0.863
8日水位	21.488	0.450
22日水位	20.892	0.289
豊水(95日)位	20.339	0.143
平水(185日)位	20.279	0.103
低水(275日)位	20.060	0.074
渇水(355日)位	19.981	0.055
年最小水位	19.932	0.052
年平均水位	20.279	0.114

けであるが、22 日水位から最高水位の間(標高 TP+20.868m～TP+23.008m)には右岸側に幅 200m 以上の広大な河川敷が広がり、1250m 付近の 1.5m 程度の微高地により分割される二つの広い凹地が存在していることもわかる。このような凹地は冠水により湛水すると一時水域を形成するが、その形成と消滅は河川水位との関係より、一時水域が形成される河川敷の年間の冠水頻度、日数、間隔、河床の透水性、凹地の最高、最低標高等と密接に関係している。

(2) 位況と冠水域

河川の水位(流量)観測所で得られた日平均水位(流量)は降順に並べられ、通常、年最高値、95 日(豊水)値、185 日(平水)値、275 日(低水)値、355 日(渇水)値、最低値と年平均値等が整理される。しかし、1. で述べたような一時水域の形成・消滅とそれを利用する淡水魚類の生活史、地下水位と植生分布の関連、また、図-1 (b)に

示したような河川空間の広がりや標高の関係を考慮すれば、これだけでは不十分であることは明らかである。

すなわち、年最小水位と満水位の差は 10cm 以下であってほとんど差がなく、標高がこれら以下の領域は常に水面下にあると考えてよく、『常水帯』と称す。逆に、年最高水位以上の領域は年間に冠水することはない。しかし、この水位は洪水規模による変動が大きく、平均年最高水位付近以上の領域は 1 年～数十年に一度冠水するから、『洪水帯』と称す領域である。『常水帯』と『洪水帯』の間の領域は、年間の水位変動により冠水・干出する領域である。この領域は空間も広く、標高差も大きい領域であり、目的により区分する。ここでは目安として慣用の豊水位を用いて、二分割した。標高が豊水位以下の領域は年間 270 日以上冠水し、以下、『定（てい）水帯』と称す。豊水位から最高水位までの領域は雨期の中小の出水によって冠水する、最も河川らしい空間の広がりや生物活動の行われる領域であり、『冠水帯』と呼ぶ。この領域は年間 95 日以下冠水する領域であり、木津川飯岡付近では標高差 2.5m の間に、幅 200m に渡って広がる起伏に富んだ領域である。著者らは前報¹¹⁾で、淡水魚の春産卵に注目し、年間あるいは 5～7 月の水位を降順に並べ、上から 8 番目の 8 日水位、および 22 番目の 22 日水位について検討した。8 日水位とは標高が 8 日水位から最高水位までの領域が 1～7 日間冠水することを意味しており、標高が 8 日水位付近の領域がおおよそ 1 週間程度冠水することを意味している。また、1 回の出水での冠水日数を 2～3 日と考えると、期間内に 2～3 回の冠水頻度を持つ領域であることも意味している。同様に 22 日水位は標高が 22 日水位周辺の領域は期間内の冠水日数が 3 週間程度であり、冠水頻度は、1 回の冠水日数を 4 日として、5 回程度である領域を示している。

(3) 淀川水系木津川山城大橋付近における植生分布

図-2 は木津川山城大橋付近 12.0km の植生調査結果¹²⁾に、1999 年の枇杷庄水位観測所(11.0km)と飯岡水位観測所(16.0km)の位況より推定された特性水位を加えた

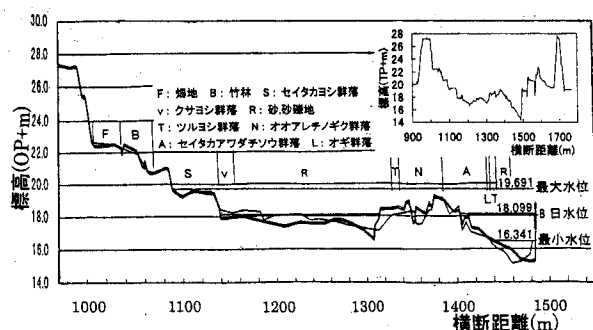


図-2 冠水域の植生分布と特性水位(木津川 12.0km)。

ものである。この区間の河床は砂質であり、河床の変動が著しいが、滞筋は右岸にあり、左岸側には砂州が発達している。砂州上は、22 日水位～8 日水位にかけては裸地であり、左岸堤に向かって、8 日水位以上の標高に応じて、クサヨシ、セイタカヨシの群落が存在している。砂州の右岸側は砂州中央に比べて微高であって、ツルヨシ、オオアレチノギクが生育し、本川水際に向かう斜面上はセイタカアワダチソウ、オギ、ツルヨシ、裸地となっている。植生は砂州中央に比べて低い標高にまで、進出・生育している。

3. 淀川左岸楠葉付近の冠水域

(1) 淀川本川高浜水位観測所の水位変化と冠水域

図-3 に淀川本川 33.0km 右岸高浜水位観測所と左岸楠葉付近の平面図と淀川 32.8/33.0km の横断図に 1997 年 5 月～7 月の位況の特性水位を加えたものを示した。淀川はこの付近では左右の堤防間は 700m を超えるが、滞筋は右岸にあり、左岸側には広い寄州が発達している。1997 年の最大流量である 2500m³/s では幅約 350m の低水路部を兩岸一杯に流れるが、その水位 OP+8.91m はゴルフ場として利用されている左岸高水敷高さより 3m 近く低かった。一方、この年の平水位は 4.43m、豊水位は 4.92m であり、この水位では水路幅も 50m 程度に狭くなり、滞筋は右岸に集中する。このように三川合流部下流の淀川では高水敷が冠水する大出水は少なく、通常の出水に伴う水位変化は低水路内部に限定され、33.0km 付近では『常水帯』、『定水帯』は低水路右岸に、『冠水帯』は低水路左側岸の寄州と高水敷の間に広がっている。

図-3(a)の平面図に示されるように寄州は平水時は水面上に露出する砂礫地であり、一部微高地にヨシ等の植生が見られる。左岸高水敷ゴルフ場が冠水することは稀である。ゴルフ場と水際の間には年間の水位変動により冠水したり、干出する幅 100m 以上の『冠水帯』があり、比較的低い寄州に続いて、やや標高の高い中間帯が存在する。中間帯とその周辺は凹凸に富んでおり、寄州と中間帯との境界には地盤高の低い凹部が存在し、増水時には冠水し、一時的に水面となるタマリ群（以下、本流タマリと呼ぶ）が縦断方向に発達している。中間帯はその標高に応じて種々の草本、木本で覆われているが、1970 年初頭まではワンドとして存在した窪地（以下、旧ワンドと呼ぶ）や中間帯を貫流するような溝状の低地（以下、中間帯一時水路と呼ぶ）が存在する。

(2) 一時水域の形成と魚類の産卵

1998 年度の測量結果と紀平による『冠水帯』に生じる一時水域（一時タマリ）とそこに生存する仔稚魚の観察によると、水位が OP+4.5m になると本流タマリの窪地に水が浸入し、複数のタマリが形成され、OP+5.0m

では寄州と中間帯の間には複数の本流タマリが形成され、両者は寸断される。OP+5.0~5.5m になると寄州は分離し、中間帯一時水路の上流側から水が浸入開始する。OP+5.5~6.0m になると寄州は微高地を除いて冠水し、中間帯一時水路は下流側からも浸水を始める。OP+6.0~6.5m で中間帯一時水路は貫流するが、一時水路の路床高さには凹凸があり、減水し、冠水の終了後にも凹部には水域として残る部分（以下、水路タマリとよぶ）が存在する。OP+7.5~8.0m 以上では中間帯の天端の低部が冠水し、旧ワンドに水が浸入する。このように、本流タマリ、中間帯一時水路と水路タマリ、旧ワンドは中小の出水により1年に数回冠水し、一時的に水面となり、止水域（一時水域）となるが、その大きさ、継続時間、冠水頻度等は標高と出水規模により異なっている。

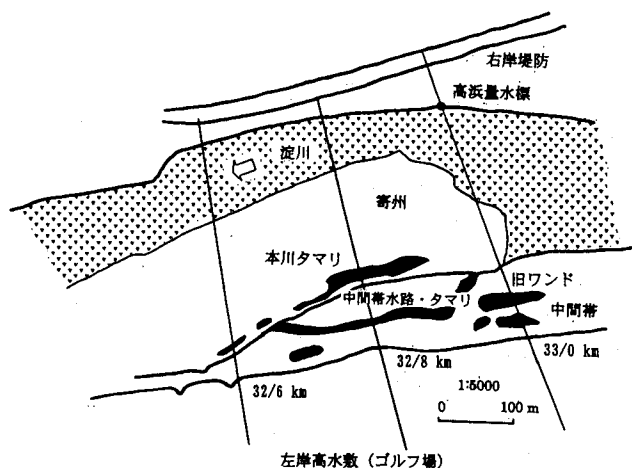
紀平らによれば、春先から梅雨期の増水時、一時水路には大型のコイ、フナ、ナマズ等が水路上下流端より本川からの水の浸入とともに遡上する（水位が上昇し、一時水路が貫流すれば、下流端から遡上する）。遡上した魚は追い掛け回し、背鰭を水面に覗かせ、腹を草に擦り付けるなどの産卵行動を行っているのが観察され、これらの一時水域が多くの魚類の産卵に利用されていることが見出された。1999年夏の調査では、最も標高の低い

本流タマリではオイカワ、モツゴ、ニゴイ、コイ、フナ類の仔稚魚が、水路タマリではスジマドジョウ、カマツカ、フナ、および半別不明の多くの仔稚魚が、旧ワンドではフナ類のほか、ビワコオオナマズを含むナマズ類の仔稚魚が多く観察された。さらに、本流で観察された魚種が9種以下であったのに対し、本流タマリ、水路タマリではタビラを除く本流で見られたすべての魚種を含む20~23種の魚種と多くの仔稚魚が観察された。図-3(b)には1998年度測量による32.8/33.0kmの横断面図に高浜水位観測所の1997年の日平均水位資料から求められた5月~7月の最高水位、8日水位、22日水位、46日水位、最低水位が記入されている。同図より多くの仔稚魚が観察された本流タマリ、水路タマリ、旧ワンド等の一時水域がほぼ年間の『冠水帯』（豊水位OP+5.0m~年最高水位OP+9.0m）の領域に存在し、1997年は本流タマリが46日前後、水路タマリが21日前後、旧ワンドが7日前後冠水し、淡水魚類の産卵適地が8日~22日水位とその周辺の窪地に存在していることが分かる。

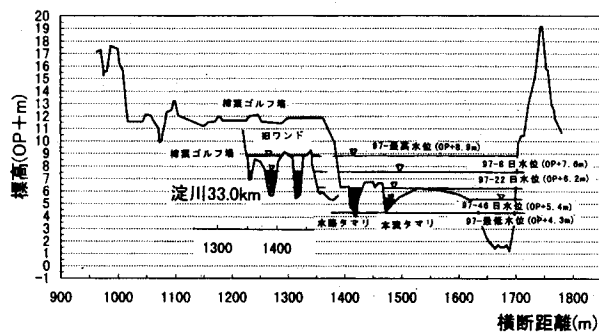
このように、河川の平水時の流路の周辺の冠水域に点在する一時水域はその標高に応じて、多くの魚類の生活場所、産卵場所、仔稚魚の生活場所として極めて重要な生態的機能を有していることが分かる。

(3) 楠葉付近の植生分布

図-4に33.0km断面左岸の拡大図に1990年代の平均的な位況（年最高水位、22日水位、年最低水位-後述図5参照）に1998年に調査された植生分布¹³⁾を示した。流れの強い本流側の寄り州は主として粒径10cm前後の礫からなっているが、標高22日水位(OP+6.5m)以下の領域はほとんど裸地であって、6.5m程度以上のわずかな微高地にセイタカヨシが群落を形成している。本流タマリ周辺にはクサヨシ、ヤナギタデが散見される。本流タマリと中間帯水路タマリの間に存在するOP+7.0~8.0m前後の微高地はセイタカヨシの群落である。その高水敷側に存在する中間帯一時水路はほとんどがOP+6.0m前後で、本流タマリより高く、河床も砂質であるが、有馬らによればクサヨシ、カワヂシャ、ヤナギタデ等が繁茂している。中間水路両側の斜面は崖（右岸）とクサヨシ、カゼクサの群落（左岸）である。続くゴルフ場までの斜面には、セイタカアワダチソウ、カナムグラが繁茂し、



(a) 高浜/樟葉(33 km) 付近の平面図。



(b) 32.8/33 km横断面図と特性水位。

図-3 高浜・樟葉付近の平面図と横断面図。

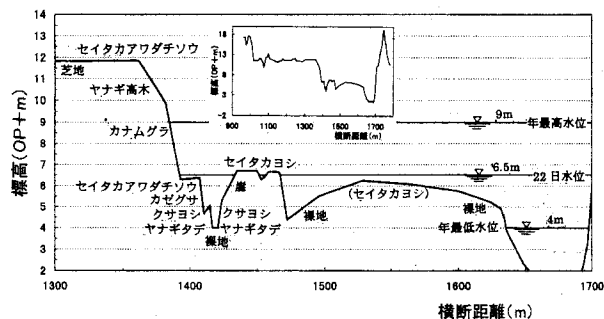


図-4 冠水域の植生分布と特性水位(淀川本川楠葉付近)。

ゴルフ場近くの斜面の高地はヤナギ高木林となっている。すなわち、この断面付近では、豊水位(OP+5.0m)以下の『定水帯』にヤナギタデ、クサヨシ等が生育しているが、その繁茂状況は本流タマリと中間帯一時水路部とは異なり、河床材料(土壌)や水流の強さ等に依存するものと思われる。一方、『冠水帯』では、22日水位に相当するOP+6.5m以上で、セイタカヨシ、カナムグラ、セイタカワアワダチソウが、そしてより高いOP+8m以上の高水敷の低水路側斜面にヤナギが生育している。

5. 位況の経年変化と環境の変化

(1) 高浜の位況の経年変化

高浜水位観測所の1972年から1997年までの位況を解析し、図-5に特性水位の25年間の経年変化を示した。明治40年代以来の淀川本川の河床低下傾向は著名であるが、高浜付近では現在も進行中であり、特性水位は25年間で約2m程度低下し、年最高水位は70年代のOP+11mから90年代には9m程度へ、8日水位は9mから7.5mへ、年最低水位は6.2mから4.5mへ低下した。さらに、年最低水位と豊水位の差は1.2m程度であるのに対し、経年変動が大きいが豊水位と22日水位の差は約1.7m、22日水位と最高水位との差は2.5mと大きいことが分かる。

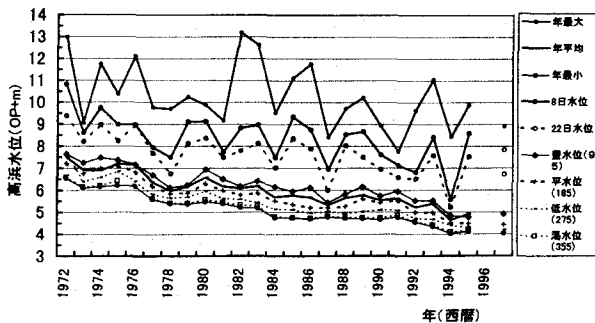


図-5 特性水位の経年変化(淀川本川高浜水位観測所)。

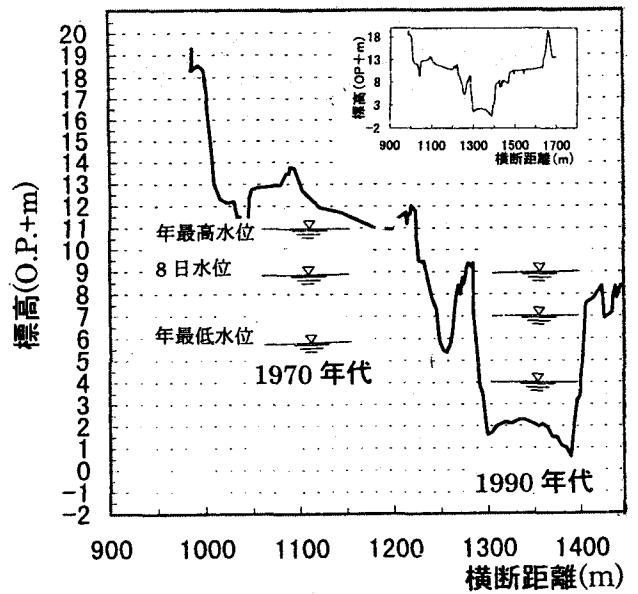
(2) 楠葉付近のワンド群の消滅

図-6は前述の楠葉の寄州の直上流33.4kmの横断測量図と平面図である。ここには昭和40年代まで水制工の建設に基づくワンド群No.1~5が存在し、紀平らの調査では城北ワンド群にも匹敵するほどの豊富な魚種が生息する水域が存在した¹³⁾。図-6(a)にNo.2ワンドが存在した33.4km断面の横断図に1970年代と1990年代の平均的な特性水位を示した。1970年代の8日水位と水制工高さ、最低水位とワンド河床高さの関係より、このワンドが年に数回の冠水を受け、冬期には水深が浅くなるが、通年水域として存在したことが推定され、冠水頻度や水位変動の面からは淡水魚類にとって、極めて良好な生息環境であったことが推測される。しかし、水位低下の結果、1990年代には数年に一度程度の冠水しか期待できず、また、最低水位も河床高より低いため、水域としてはほとんど存在し得ない状態となり、現在、ワ

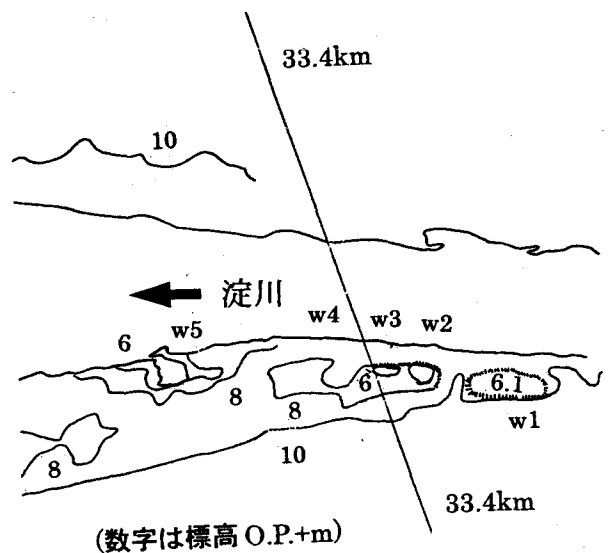
ンド跡はヤナギ高木林に囲まれたヨシ群落となっている。

(3) 鶴殿におけるヨシ原の変遷

図-7は高浜の下流にある平安時代より「鶴殿のヨシ原」として有名な、鶴殿の植生分布の30年間の変化を示したものである。図-7(a)は有馬による昭和41(1966)年の分布を示したものであるが、ヨシ、オギ、セイタカヨシの群落が卓越しており、その他はほとんどがカナムグラ群落であった¹⁴⁾。一方、図-7(b)は平成10年度における植生分布の調査結果¹⁵⁾を示したものである。これらの図よりヨシ、オギ群落の面積が減少し、カナムグラ、セイタカワアワダチソウを主とするその他の植物群落の面積が増大していることが知れる。これらと河川水位の関係は既に早くから有馬によって指摘され¹⁴⁾、1960年からの年間冠水回数、冠水日数、平水位等の経



(a) 33.4km 横断図と特性水位。



(b) 淀川本川とワンド群(33.4km 付近)。

図-6 楠葉ワンド群の変遷(淀川本川左岸33.4km 付近)。

年変化、すなわち、冠水の減少と河川水位の低下の関係として示されている。図-5 に示されるように、水位の低下と冠水の減少は現在まで続き、関係者の努力にもかかわらず、ヨシ群落の減少が引き続いている。

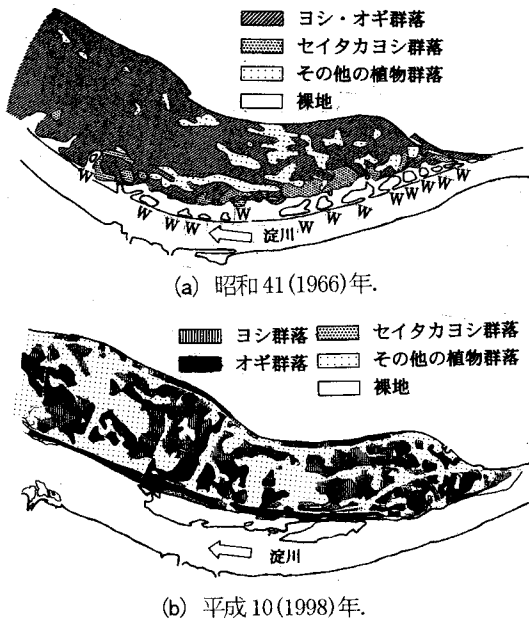


図-7 鶴殿ヨシ原の変遷(淀川右岸 31～33km 付近)。

6. 結論

本研究では河川区域内における冠水領域(氾濫地帯)の環境上の重要性に鑑み、位況(河川水位の通年の変化)とその経年変化について淀川水系を対象に研究した。特に、河川空間と冠水領域の空間的広がり位況から推測される冠水日数との関係を考察した。その結果、慣用の豊水、平水、低水、渇水概念では十分ではなく、豊水位から年最高水位の間の領域における適当な水位の指標が必要であることが分かり、主として魚類の春の産卵、孵化の見地より、8 日、22 日の水位値の重要性を明らかにした。また、植生分布からは明確な指標を示すまでには至らなかったが、このような指標の研究の必要性が認められた。さらに、長期にわたる位況の経年変化を調べることで、河川環境の変化がよく表わされることも示された。しかし、本研究で示された位況の特性値は淀川におけるものであり、対象とする魚類や植生によりその値が変わるのは当然であり、また、河川周辺の環境が水位や冠水日数、回数との関係だけで決定されないのも当然であり、より多くの河川で特性値の検討が行わなければならないことは言うまでもない。

河川とその周辺に生存する多くの魚類や植物は、微妙に異なる自然の条件の中でその多彩な生活パターンに応じて、最も快適な生活領域を選択し、棲み分け、生存している。多様な空間が保障されることが第一で、特定の値により空間を限定することは本研究の目的ではない。しかし、本研究で示したようなアプローチは河川周辺の

環境の保全、管理、計画を考える上で、重要な要素の一つであると思われる。従来の治水と利水を目的とした河川工学では最高水位(流量)、最低水位(流量)を中心に考えておけばよかったが、環境を考える時、最低水位と最高水位の間の広大な河川空間の研究が望まれている。

謝辞： 資料の提供と収集をして頂いた建設省淀川工事事務所、河川環境管理財団大阪研究所の各位に謝意を表します。貴重なご議論を頂いている長田芳和教授(大阪教育大学)、小川力也氏(大阪府立北野高校)、河合典彦氏(大阪市立八坂中学校)をはじめとする淀川水系イタセンバラ研究会の諸氏に深く感謝します。

参考文献

- 1) 斎藤 憲治：”淡水魚の繁殖場所としての一時水域”、日本の希少淡水魚の現状と系統保存、長田芳和・細谷和海編、緑書房、194-204、1997。
- 2) 長田芳和：”淡水魚の減少要因と回復への道”、日本の希少淡水魚の現状と系統保存、前出、330-357、1997。
- 3) 片野 修：新動物生態学入門 中公新書 中央公論社、1995。
- 4) 片野 修：”アユモドキ”、日本の希少淡水魚の現状と系統保存、前出、95-103、1997。
- 5) 坪川 健吾：”市民レベルでの淡水魚保護活動”、日本の希少淡水魚の現状と系統保存、前出、261-269、1997。
- 6) 小川 力也、長田芳和：”河川氾濫原のシンボルフィッシュイタセンバラ”、森 誠一編、淡水生物の保全生態学、信山社サイテック、9-18、1999。
- 7) 辻本哲郎：”河川水理と植生”、玉井信行・奥田重俊・中村俊六編：河川生態環境評価法、東京大学出版会、114-124、2000。
- 8) 島谷幸宏：河川における正常流量設定法に関する近年の動向と課題—動植物の保全を中心に、河川技術に関する論文集第5巻、173-178、2000。
- 9) 皆川朋子・清水高男・島谷幸宏：流量変動が生物に及ぼす影響に関する実験的検討、河川技術に関する論文集第6巻、191-195、2000。
- 10) 松波 由佳・綾 史郎・矢田 敏晃：淀川ワンド群の形成・衰退とその生態学的意義、河川技術に関する論文集、第5巻、93-98、1999。
- 11) 綾 史郎・紀平 肇・松波 由佳・井田 康夫：河川の水位・流量の周年/経年変化と河川生態環境、河川技術に関する論文集第6巻、pp. 77-82、2000。
- 12) 藤田 昇：平成9年度木津川多自然型河道検討業務報告書—河川環境管理財団一、建設省淀川工事事務所、1998。
- 13) 有馬忠雄・紀平 肇他：淀川河川生態調査報告書、建設省淀川工事事務所、昭和49年3月、。
- 14) 有馬忠雄・紀平 肇他：淀川河川生態調査報告書、建設省淀川工事事務所、昭和63年3月。
- 15) 河川環境管理財団：平成10年度淀川生態環境調査業務報告書、建設省淀川工事事務所、平成11年3月。

(2000. 10. 2 受付)